

城市森林水流失率与水土流失率的探讨

李文玲¹, 田耀武², 郑根宝²

(1. 郑州市绿文广场管理处, 河南 郑州 450002; 2. 河南农业大学, 河南 郑州 450002)

摘要: 水土保持是城市森林生态效益中重要的一项,它是森林其它各种效益的基础。传统上研究和考察森林水土保持效益时,一般从土壤侵蚀角度出发,忽视了对水损失的考察。着重从水的损失出发,提出了用森林水保持率、水土保持率来考察城市森林的水土保持功能,并对北京、伦敦的城市森林和河南山区水保林的水流失率、水保持率进行了论证比较。

关键词: 城市森林; 水流失率; 水土流失率

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2005)02-0057-03

中图分类号: S157; S715

On Soil and Water Conservation Efficiency and Water Loss Rate of Urban Forest

LI Wei-ling¹, TIAN Yao-wu², ZHENG Gen-bao²

(1. Zhengzhou Luwen Square Administrative Office, Zhengzhou 450002, He 'nan Province, China;
2. He 'nan Agriculture University, Zhengzhou 450002, He 'nan Province, China)

Abstract: Soil and water conservation is an important ecological service of forest systems. To determine the effectiveness of forests in soil and water conservation, the loss modulus of soil and water is often employed. However, this is an imperfect concept. The authors advanced a new theory for the assessment of soil and water conservation, specifically presented an analysis of not only soil loss rate and water loss rate, but also soil and water loss rate.

Keywords: urban forest; soil and water loss rate; water loss rate

1 引言

水土保持是我国的一项基本国策。城市森林在城市水土保持中发挥着举足轻重的作用。城市森林的水土保持是城市绿地对人类生态服务功能中重要的一项,是其它一切生态效益的基础。城市森林的水土保持效率高也是考察和衡量森林生态服务功能优劣的重要一项。而现代城市的各种工程建设和土地的开发活动造成动土量大,改变土壤结构严重,造成的水土流失难以挽回,城市水土流失与传统上山区水土流失有不同的特点。考察城市水土流失时所采用的指标也与传统水土流失不应相同。传统水土流失用土壤侵蚀面积、土壤侵蚀模数、水蚀面积、风蚀面积等来定性和定量地描述。其实严格来说只是定义了土的流失和损失,并没有把水的流失和损失考虑进去。在水资源紧缺、污染严重的当今,水的问题同土的问题一样要受到重视,应把水流失和土流失一同考虑,对于城市更应如此。

万方秋等提出了城市水土流失强度分级指标。在模仿山区水土流失模式的基础上,提出考察城市水

土流失应从土沙流失、水流失以及与水土流失有密切关系的植物覆盖率、沟壑面积等相关指标。其中水流失指标包括 3 个参量:径流模数、径流系数、径流深度。这种模式在一定程度上定性量化了城市水土流失的问题。本文从另一个角度出发,综合考虑一个城市或一个山区的水土流失现状,提出水流失率、土流失率、水土流失率的概念。与之相应,本文又提出考察森林水土保持功能大小的水保持率、土保持率和水土保持率。在综合考察一个城市或一个地区的水土流失时,应把水流失率、土流失率、水土流失率作为一个重要指标来考虑,从而推动水土保持特别是城市水土保持工作的健康稳定开展。

2 2 个流失率提出的意义

我国对水土流失强度分级的研究较多。水利部于 1997 年第 2 次拟定了水土流失或土壤侵蚀强度分级参考标准,一些水土保持专家又提出了 5 级分类、多项指标分类等一系列分类指标。这些指标和标准大体上都包含 2 方面含义,一是水土流失的量,具体地说是土的流失的量;其二是反应水土流失的相关指

标,如坡度、植被覆盖度、沟壑密度等。万方秋等提出的城市水土流失强度分级指标,仍然把水与土 2 个因素相互割裂开来分类与研究。

一个地域内土壤侵蚀模数或径流模数大,在某些特定的时候,并不一定能说明该地区水土流失严重,也就是不能推广到一般;一个地区的土壤侵蚀模数或水径流模数小并不一定说明该地区水土流失不严重。侵蚀量或径流量只是一个绝对的数值,没有相对的概念,没有比较,也就无所谓有大小多少之分。比如对一个土层薄、生态基础脆弱的地区来说,绝对数值并不算很大的土壤侵蚀模数或水径流量就足以造成严重的后果,甚至造成一个地区生态系统的崩溃。对一个土层深厚,生态基础相对较强的林区即使某一时期内土壤侵蚀模数或水径流量比较大,恢复起来相对来说也是比较容易的。土壤侵蚀模数和水径流模数虽然能说明一些水土流失的问题,而且 2 个模数之间又有很密切的关联线性关系,但土壤侵蚀量和水径流模数在某种意义上来说,并不能具体说明和反应一个地区土壤和降水的保存率和损失量。

在考察城市特别是建成区的城市森林综合效益上,也经常用到城市森林水土保持问题。城市森林由于其特殊性,用土壤侵蚀模数和水径流模数来描述时,有时也不合实际。比如一个城市的水泥、柏油等硬化面积比率很大,城市绿地又只是呈带状、片状、辐射状分布在城区中间,加上城市地面相对比较平坦,用土壤流失模数来考察一个城市特别是城区水土流失时,会得到土壤侵蚀模数小的结论;如果用水径流模数时,径流模数则比较大。综合一个城市的水土流失时,便自相矛盾。

不同城市之间,水径流模数更没有比较性。如北京和广州相比,广州年降水量超过 2 000 mm,北京年降水量大体在 650 mm 左右,广州的径流模数大体上是北京的 3 倍,但我们绝对不能说广州的水土流失是北京 3 倍。

其实就大部分城市而言特别是北方城市,城市森林有时即使在所谓的丰水年内,在测定土壤的平均含水量时也相对偏低,林木生长受到一定的局限性。而维持森林植物的正常生长,仍需要大量的自来水来浇灌,浪费了大量的人力物力财力。从这种意义上来说,城市的水土保持能力也不能说是高的。

2.1 水流失与土流失是对立的统一

水土流失中的水与土是对立又统一的。大气降水是造成土壤流失的主要原因之一。大气降水的总量、强度、间隔时期、外营力大小以及土壤的不同物理化学性质、地表的植被和地被物类型、土壤的渗

透力大小等一系列原因造成了不同的地表径流,形成了程度不同的水土流失。而另一方面大气降水又对土壤进行水分的补充,改善土壤的物理化学性质,改善土壤的水分环境,起到加速植物的生长,减少土壤侵蚀模数和水径流模数的作用。

2.2 水土流失的内涵和外延

考察森林的水土保持效益,不但要对水和土 2 个方面即从量的方面入手,还要从水土保持质的方面入手,考虑森林对水和土能动地改造和影响。在保水方面既要考虑森林对降水的有效保存率,又要考虑森林对水环境的影响和改造,特别是城市森林,更要考虑城市森林对污水的净化能力高低,从为城市提供一个安全稳定的水环境的角度出发。在保土方面,不但要考虑保证土壤有机质、矿物质量的流失最小,而且还要考虑森林对土环境保持的安全稳定性,促进土壤养分、微生物的改良,使森林土壤具有比较大的生产力。

森林的水土保持是效益森林其它一切生态效益、社会效益、经济效益的基础。皮之不存,毛将焉附,森林基本的生长条件不能满足的话,谈论其它一切都是一句空话。考查森林水土保持率,首先要保证森林植物正常生长发育所需的土壤养分和水分,其次是保证一个地区生态环境的安全和稳定。

3 森林水、土流失率和水土流失率

笔者认为,森林水流失率可以表达为森林水径流模数与对照地水径流模数两者之比,对照地水径流模数一般可取降水量;土流失率可表达为森林土壤侵蚀模数与对照地土壤侵蚀模数的比率;森林水土流失率则为两者比率之乘积。与之相应,森林水保持率可表达为水流失率与 1 之差;土保持率可表达为土流失率与 1 之差;水土保持率为水保持率与土保持率两者之积。

在森林水保持率上,根据林地水量平衡方程:

$$y = (E_1 + E_1) + (E_2 + E_2) + (F_1 + F_2) + f$$

式中: y ——大气降水量; E_1, E_1 ——林冠蒸发量和蒸腾量; E_2, E_2 ——林地蒸发量和蒸腾量; F_1 ——地表径流量; F_2 ——地中径流量; f ——地下径流量。有关文献上把森林的保水量表述为森林土壤饱和持水量,把地中径流量和地下径流量的流失作为无效的损失。其实这是一个不符合现实缺水需求实际的表达。地下和地中径流不但可以延缓水的损失,补充一部分土壤含水量,更为重要的是地下径流保证了地下水环境的安全和稳定。特别是在城市,地下径流保证地下水位稳定,防止地面沉降方面发挥着重要作用。

如据报道,解放初郑州地下水位有的地方仅 3 m 左右,随着人口增多,地下水用水量加大,至 2002 年郑州大部分机井已深达 60 m,有的已达 200 m。郑州市地下漏斗面积达 156 km²,造成局部地面沉降 3~4 m,最深达 7 m。降水蒸发的水分在保证大气正常湿度,增加降水量方面起着重要作用,所以把地下径流的部分水量也作为森林保水效益部分。

3.1 森林水土保持率的数学表达

$$R \% = f_1 P * f_2 Q \quad (1)$$

$$P \% = 1 - p / p_0 \quad (2)$$

$$Q \% = 1 - q / q_0 \quad (3)$$

式中: R ——森林水土保持率; Q ——水保持率; P ——土保持率; p ——一定时期内某次土壤侵蚀模数; p₀ ——对照地土壤侵蚀模数; q ——一定时期内土壤径流量; q₀ ——一定时期内降水量; f₁ ——森林对土壤物理化学性质的有益改造率,包括土壤肥力的改造等; f₂ ——森林对水环境的有益改造率,包括对污水净化等。f₁, f₂ 在具体测算中可以忽略不计入。

3.2 城市森林与一般森林保水率的比较

据研究,城市化对降水和湿度影响是明显的。城市化使上空的微粒物质及污染物质等显著增加,为降水提供了大量的凝结核。加上城市热岛效应的温差形成的热湍流,高层建筑物所导致的地面粗糙度增大而产生的机械湍流,为成云致雨提供动力条件。据报道,城市地区及其下风侧的年降水总量比农村地区偏高 5%~15%,其中雷暴雨增加 10%~15%;城市年平均相对湿度都比郊区低 5%~10%左右(表 1)。

表 1 北京,伦敦中心与天然流域水流特征对比 mm

地 区	降水量	径流总量	地表径流	地下径流	蒸发量
北京中心区	675	405	337	68	270
北京城外平原区	644	267	96	171	377
伦敦中心区	873	389	287	102	484
伦敦城外平原区	856	445	95	350	411

注:资料来源于李文盘等.《北京城市水环境特征》中国地理学会第 4 次水文专业学术会议论文,1986。

根据(2)式计算城市森林保水率

$$Q_{\text{北京城内}} \% = 1 - Q_{\text{北京城内}} / q_0 = 50.0 \% ;$$

$$Q_{\text{北京城外}} \% = 1 - Q_{\text{北京城外}} / q_0 = 85.1 \% ;$$

$$Q_{\text{伦敦城内}} \% = 1 - Q_{\text{伦敦城内}} / q_0 = 67.1 \% ;$$

$$Q_{\text{伦敦城外}} \% = 1 - Q_{\text{伦敦城外}} / q_0 = 88.9 \% .$$

北京城外平原区与中心区相比,降水减少了 4.6%,但城外地下径流量比城中心增加了 2.5 倍,保水率增加了 36%;伦敦城区降水量比城外增加了 2%,城外地下径流量比城内增加了 3.43 倍,保水率增加了 22%。

$$Q_{\text{坡田}} \% = 1 - q_{\text{坡田}} / q_0 = 90.49 \% ;$$

$$Q_{\text{灌木林}} \% = 1 - q_{\text{灌木林}} / q_0 = 94.46 \% ;$$

$$Q_{\text{栓皮}} \% = 1 - q_{\text{栓皮}} / q_0 = 91.06 \% ;$$

$$Q_{\text{板栗}} \% = 1 - q_{\text{板栗}} / q_0 = 98.51 \% .$$

城市森林水保持率与一般森林相比差异明显。板栗林内水保持率几乎为北京市中心地带的 2 倍。如再乘以保土率,两者相差会更大。城市森林水保率也反应了城市森林植物生长不良的一个因素(表 2)。

表 2 河南长江流域不同植被类型地表径流观测数据

时 间	降水量	mm				
		降水强度	农田径流量	灌木林径流量	栓皮栎林径流量	板栗林径流量
0.717	21.80	29.01	1.25	0.583 1	1.546 2	0.252 0
0.724	26.00	13.00	1.26	0.040 5	1.206 3	0.114 3
0.728	19.50	3.25	0.42	1.203 1	0.122 3	0.000 0
0.730	29.60	17.72	1.98	0.437 5	2.226 6	0.058 4
0.850	28.70	3.02	0.41	0.123 6	0.554 4	0.057 2
0.860	13.70	18.30	3.25	0.889 2	1.169 6	0.292 7
0.810	39.40	17.50	2.92	0.723 0	3.098 9	0.083 5
0.814	13.50	4.50	0.19	0.103 9	0.437 0	0.000 0
0.815	62.80	6.98	8.82	6.453 0	9.175 4	1.818 0
0.822	13.60	13.60	0.07	0.007 0	0.098 8	0.000 0
0.827	50.20	3.14	2.53	0.435 3	2.634 0	0.465 4
0.915	74.40	7.83	12.41	9.795 5	9.734 5	2.519 4
合 计	379.6	-	36.11	21.035 3	33.937 0	5.660 9

注:数据摘自《河南长江防护林生态工程综合效益研究报告》.河南农业大学南阳市长江防护林办公室,1999。

在社会经济实力的强力支撑下,逐步提高生态环境质量,达到土地利用社会经济和生态环境效益的同步发展,实现当今生态环境质量条件下的最大经济发展空间潜力,走向土地资源可持续发展的轨道。

6 土地利用的政策建议

为使曲周县走向以上跨越式的土地利用模式路径,实现曲周县在维持经济环境高度协调水平下,社会经济和生态环境效益综合提高的土地资源利用方式,结合实地区域特点状况,为今后土地资源开发利用提出以下政策建议。

(1) 进行区域土地资源的再开发治理,改善农业生产条件,高度重视当前局部地区出现的“反盐”现象,通过合理控制水资源的利用,包括灌溉方式、用水量、灌溉频率等方面的管理控制,进行及时有效的治理,防止盐渍化的进一步的加重;水资源的可持续利用是农业可持续发展的重要前提,面对水资源严重短缺的现状,对其进行有效调节利用,控制需水量大的作物播种面积,实现水资源的可持续利用。

(2) 改变单一的土地利用格局,进行结构优化调整。首先进行产业结构调整,优化产业结构,加快第二、三产业的发展;同时调整农业结构内部的种植结构,通过产业结构逐步调整,引导土地利用结构的不断改变,扩大经济作物种植面积,大力发展牧副渔业,有效引导耕地向林地、牧草地、园地的转变。

(3) 健全市场机制,完善技术服务体系。以中国农业大学曲周实验站为依托,不断完善科技服务体

系,加大科技普及推广力度,进行农业技术培训教育,提高就业农民自身素质水平。通过实现农户生产的小市场与国家大市场的有效衔接,促进农产品的商业化流通,推动农业的高效发展。

(4) 加大环保投资力度,促进生态环境质量的稳步提高。严格控制大气环境污染,以及老工业区的声污染、交通污染等;跟踪监测滏阳河和支漳河水质状况,并进行综合治理;加强废气物处理设施建设,通过无害化处理,提高废气物综合利用率。

(5) 开展生态示范区建设,大力发展有机农业、生态农业。依据曲周农业的资源优势和市场需求,进行合理的区域规划,通过控制化肥、农药施用量,减少水土流失量,并实施秸秆还田,培植绿肥以及实施产、供、销一体化的生态体系等措施,开展生态农业示范区建设。

[参 考 文 献]

- [1] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 171—177.
- [2] 张晓东. 池天河. 90年代中国省级区域经济与环境协调度分析[J]. 地理研究, 2001, 20(4): 506—515.
- [3] 徐肇忠. 城市环境规划[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1999. 60—62.
- [4] 张凤荣. 土地持续利用评价指标体系与方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003. 272—275.
- [5] 高志强, 刘纪远, 庄大方. 中国土地资源生态环境质量状况分析[J]. 自然资源学报, 1999, 14(1): 93—96.
- [6] 阳洁, 魏新. 环境经济协调度及其分析评价[J]. 技术经济与管理研究, 2000. 3): 54—55.

(上接第 59 页)

3.3 城市水土保持率指标的功能

城市森林与一般森林相比,它面临的生存环境已发生恶化。不但年生物量、水保率低,且生态服务功能受到了严重影响。城市水保率是城市绿地生态服务功能高低的检验指标之一。城市绿地相对面积小,入渗率低,水土流失率就大。水土流失率与相对绿地面积呈线性关系,绿地面积比率大水土保持率也大,绿地面积比率小,其水保率也小。在城区还要推广乔灌草组成的复层结构绿地,复层结构能有效地增加单位面积上的绿量,具有最大的减尘率和土壤水分入渗量。可增加对雨水的净化,减缓地表径流,减少水和土的流失,增加城市森林的生态服务功能。

[参 考 文 献]

- [1] 蒋有绪. 中国森林生态系统结构与功能规律研究[M]. 北京: 中国林业出版社, 1996.
- [2] 马雪华. 森林水文学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [3] 易福堂, 等. 城市化的负面效应及其水利水土保持对策[J]. 中国水土保持, 2003(3): 26—29.
- [4] 万方秋, 等. 城市水土流失强度分级指标体系初探[J]. 水土保持研究, 2003(2): 79—82.
- [5] 陈法杨. 城市水土流失强度分级指标商榷[J]. 中国水土保持, 1997(3): 30—36.
- [6] 咸孝海, 等. 辽宁省城市水土流失环境及其特点[J]. 东北水利水电, 2003(2): 53—57.
- [7] 贺庆棠. 森林环境学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.